

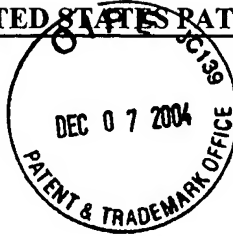
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): KATO

Serial No.: 10/797,097

Filed: March 11, 2004

Title: VIBRATION TYPE ANGULAR  
VELOCITY SENSOR



Attorney Docket No.: 01-569

Group Art Unit: 2856

Examiner: Tamiko D. BELLAMY

Commissioner for Patents  
U.S. Patent and Trademark Office  
220 20<sup>th</sup> Street S.  
Customer Window  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington VA 22202

7 December 2004

**SUBMISSION OF PRIORITY CLAIM AND PRIORITY DOCUMENT(S)**

Dear Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119, it is respectfully requested that the present application be given the benefit of the foreign filing date of the following foreign application(s).

A certified copy of each application is enclosed.

<u>Application Number</u>	<u>Country</u>	<u>Filing Date</u>
2003-068089	JAPAN	March 13, 2003

Respectfully submitted,

Cynthia K. Nicholson  
Reg. No. 36,880

Posz & Bethards, PLC  
11250 Roger Bacon Drive, Suite 10  
Reston, VA 20190  
(703)707-9110 (phone)  
Customer No. 23400

BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

68230-US  
ST/nh

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 1 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 6 8 0 8 9  
Application Number:

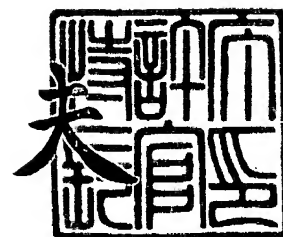
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 6 8 0 8 9 ]

願            人            株式会社デンソー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月   1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 N030061

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 3/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 加藤 謙二

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100071135

    【住所又は居所】 名古屋市中区栄四丁目 6 番 1 5 号 名古屋あおば生命ビル

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐藤 強

    【電話番号】 052-251-2707

【選任した代理人】

    【識別番号】 100119769

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小川 清

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008925

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9200169

【包括委任状番号】 0217337

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動型角速度センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動回路から振動体に交流電圧を印加することに基づいて前記振動体を駆動軸方向に振動させ、当該駆動軸方向に直交する検知軸方向に生じる前記振動体の変位に応じた信号を検知することに基づいて角速度信号を検出する振動型角速度センサにおいて、

前記駆動回路が駆動する駆動軸方向の前記振動体の変位に応じた信号を検知する第 1 の検知回路と、

1 または複数段の増幅回路を有し、前記検知軸方向に生じる振動変位に応じた信号を前記増幅回路により検知する第 2 の検知回路と、

前記第 1 の検知回路の検知信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整する調整回路とを備え、

前記第 2 の検知回路は、前記調整回路により調整された信号を、前記第 2 の検知回路の増幅回路のうちの初段の増幅回路の比較基準信号として入力するように構成されていることを特徴とする振動型角速度センサ。

【請求項 2】 前記振動体は、少なくとも一对のアーム部が対向配置されて構成されたものであって、

前記一对のアーム部のそれぞれに対応して前記第 2 の検知回路の増幅回路がそれぞれ設けられ、

前記第 2 の検知回路の増幅回路は、前記調整回路により互いに反転して調整された前記比較基準信号を入力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の振動型角速度センサ。

【請求項 3】 前記第 1 の検知回路の検知信号が 90 度移相された信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整するオフセット回路を設け、

前記第 2 の検知回路は、前記調整回路により調整された信号に前記オフセット回路により調整された信号が加えられた状態で、前記第 2 の検知回路の増幅回路の比較基準信号として入力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の振動型角速度センサ。

【請求項 4】 前記オフセット回路は、前記駆動回路から振動体に印加される交流信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整する回路であることを特徴とする請求項 3 記載の振動型角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動回路から振動体に交流電圧を印加することに基づいて振動体を駆動軸方向に振動させ、当該駆動軸方向に直交する検知軸方向に生じる振動体の変位に応じた信号を検知することに基づいて角速度信号を検出する振動型角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、振動型角速度センサは、例えば車両（例えば自動車）の回転、横滑り等を検出するための用途に使用されている。例えば、車両安定制御システムや四輪舵角制御システムでは、この振動型角速度センサにより検出される角速度信号等に基づいて車両の横滑りを検出することで、車両の異常状態を検出してブレーキを制御し車両の安定走行を可能にしている。

【0003】

このような振動型角速度センサは、駆動回路から振動体に交流電圧を印加することに基づいて振動体を駆動軸方向に駆動させ、この駆動軸方向に直交する検知軸方向に生じる振動体の変位に応じた信号を検知することに基づいて角速度信号を検出しているものが主流である。

【0004】

一般的に、物体の質量  $m$  の  $X$  軸方向の速度を  $v$  ベクトル、その  $v$  方向に直交する方向を  $Y$  軸方向とし、その両軸に直交する方向を  $Z$  軸方向とし、このとき、 $Z$  軸周りに角速度  $\Omega$  が生じると、コリオリの力  $2 \cdot m \cdot (\Omega \times v)$  が  $Y$  軸方向に働く（ $\Omega$  は  $Z$  軸方向のベクトル、「 $\times$ 」は外積を表わす）。このため、振動体を駆動軸（ $X$  軸）方向に振動させることにより検知軸（ $Y$  軸）方向に生じる変位に応じた信号を検出することに基づいて角速度信号を検出することができる。コリオ

り力の信号成分は、物体の速度  $v$  に比例するため、振動体がある所定の周波数で振動していれば、振動体の駆動軸方向の変位に対して 90 度位相がずれた成分として検知軸方向に振動するように現れる。

#### 【0005】

ところで、この種の振動型角速度センサは、Z 軸周りに角速度  $\Omega$  が与えられなくても、振動体の機械的寸法精度誤差等の影響により振動体の検知軸方向に不要振動成分が現れることが確認されている。この不要振動成分は、温度等の外乱により変動するため、一般的に不要振動を低減するように振動体を調整することが行われている。この調整が行われないと、上述したシステムにおいて車両の走行特性が著しく不安定に制御されることになり好ましくない。そこで、振動型角速度センサの振動体不要振動の調整を行う方法の一例として、本願出願人により出願された特許文献 1 に開示されている調整方法がある。この調整方法では、図 5 に示すように、振動体根元の稜線を機械的に削ることにより振動体の検知軸方向に生じる不要振動を低減させることができる。

#### 【0006】

##### 【特許文献 1】

特開平 11 - 351874 号公報

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、振動体の根元の稜線を機械的に削る方法では、振動体を削るための掘削装置や、センサ本体や振動体に吸着したり削り取られたごみを吸引する吸引装置が調整時に必要になるという問題がある。また、振動体を削り過ぎることによる調整ミスが起こると再調整が困難になるという問題も生じてくる。さらに、振動体を削ることにより機械的なダメージを与える可能性が発生する問題も生じる。

#### 【0008】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、調整時に、別途掘削装置や吸引装置を必要とすることなく、再調整も可能で、振動体に機械的ダメージを与えることのない振動型角速度センサを提供することにある。

**【 0 0 0 9 】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決する際に、振動体の機械的寸法精度に起因する不要振動成分が、コリオリ力による振動成分に対して 9 0 度位相がずれた振動成分になることから請求項 1 記載の手段を採用できる。この発明によれば、次のように作用する。第 1 の検知回路は、駆動回路が駆動する駆動軸方向の振動体の変位に応じた信号を検知し、第 2 の検知回路は、検知軸方向に生じる振動変位に応じた信号を増幅回路により検知する。このとき、調整回路は、第 1 の検知回路により検知された駆動軸方向の変位に応じた信号を、同位相もしくは逆位相で振幅を調整して比較基準信号として、第 2 の検知回路の初段の増幅回路に与える。

**【 0 0 1 0 】**

コリオリ力の信号成分は、振動体の駆動軸方向の変位に対して 9 0 度位相がずれた成分として検知軸方向に働く。不要振動成分は振動体の駆動軸方向の変位に対して同位相もしくは逆位相の成分となるため、振動体の駆動軸方向の変位を取り込んだ調整回路により同位相もしくは逆位相で調整された状態で初段の増幅回路に比較基準信号として与えられれば、第 2 の検知回路の初段の増幅回路ではその不要振動成分の信号成分が相殺され、コリオリ力と同位相の信号成分のみを検出することができる。これにより調整時に別途掘削装置や吸引装置を必要とすることなく、振動体に機械的ダメージを与えることなく再調整も可能になり、コリオリ力と同位相の信号成分のみを検出することができる。

**【 0 0 1 1 】**

請求項 2 記載の発明によれば、請求項 1 記載の発明において、少なくとも一對のアーム部が対向配置されて構成されたものであったとしても、一對のアーム部のそれぞれに対応して第 2 の検知回路の増幅回路がそれぞれ設けられており、それぞれの増幅回路に比較基準信号が互いに反転して入力されているため、一對のアーム部が互いに逆方向に振動した場合であっても、不要振動成分の信号成分を相殺することができ、コリオリ力と同位相の信号成分のみを検出することができる。

**【 0 0 1 2 】**

さて、駆動回路から振動体に交流電圧を印加したときに、角速度がZ軸周りに与えられなくても、容量性のカップリングにより印加交流電圧の影響を生じ、コリオリ力と同位相もしくは逆位相の成分信号電圧が不要信号として生じることが確認されている。

#### 【0013】

そこで、請求項3記載の発明によれば、請求項1ないし2の何れかに記載の発明において、第1の検知回路の検知信号が90度移相された信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整するオフセット回路を設けて、第2の検知回路は、調整回路により調整された信号にオフセット回路により調整された信号が加えられた状態で、増幅回路の比較基準信号として入力するため、容量性のカップリングの影響を取り除くことができる。

#### 【0014】

また、請求項4記載の発明によれば、前記オフセット回路は、駆動回路から振動体に印加する交流信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整する回路としたため、印加交流電圧からの容量性カップリングによる影響をより最適に取り除くことができる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第1の実施形態）

以下、本発明を圧電方式の振動型角速度センサに適用した実施形態について、図1および図2を参照しながら説明する。

図1は、振動型角速度センサにおける振動体の構造および電氣的構成を概略的に示している。

この振動型角速度センサ11は、ヨーレートセンサとしての用途として用いられる場合には、車両が回転するときの角速度信号を検出するように用いられる。

振動型角速度センサ11は、振動体12を有している。この振動体12は、例えばPZTセラミックス等の圧電体を主体として構成され、図1に示すように、一对のアーム部12aおよび12bがZ軸方向に平行になるように対向配置された状態で基端部12c側で連結されて音叉形状に形成されている。尚、アーム部

12a および 12b は、それぞれ角柱状に形成されている。このアーム部 12a および 12b の図示表面側（前側）の上部には、それぞれ、アーム部 12a および 12b の X 軸方向の変位を検知するための検知用電極 12d および 12d が形成され、図示表面側の下部には、X 軸方向にアーム部 12a および 12b を駆動するための駆動用電極 12e が形成されている。尚、図 1 に示すように、X、Y、Z 軸は互いに直交している。

#### 【0016】

また、アーム部 12a および 12b の外側面の上部には、それぞれ、図示表面側（前側）に位置して、Y 軸方向の変位を検知するための検知用電極 12f および 12f が形成されており、図示表面側のアーム部 12a および 12b の上部には引出電極 12g および 12g が形成されており、この引出電極 12g には検知用電極 12f がそれぞれ接続されている。

#### 【0017】

これらの検知用電極 12d、駆動用電極 12e および引出電極 12g にワイヤボンディングされることにより信号を検知したり駆動用の交流電圧を印加することができるようになっている。尚、図示しないがアーム部 12a および 12b の図示裏面側（後側）には、略全面に GND 電極が形成されており基準電圧を得ることができるようになっている。

#### 【0018】

検知用電極 12d には、増幅回路（第 1 の検知回路）13 の入力接続されており、この増幅回路 13 の出力は、AGC（Automatic Gain Control）からなる振幅制御回路 14 に与えられるようになっている。増幅回路 13 は、オペアンプ 13a の非反転入力端子が GND に接続され、反転入力端子が検知用電極 12d に直接接続された状態で、オペアンプ 13a の反転入力端子および出力端子が抵抗 13b を介在して接続された i/v 増幅回路により構成されている。振幅制御回路 14 は所定の振幅に制御する増幅回路であり、振幅制御回路 14 の出力は、90 度移相回路 15 に与えられるようになっている。そして、90 度移相回路 15 の出力信号電圧と、当該出力信号電圧が反転増幅回路 16 により反転増幅された信号電圧とが、駆動用電極 12e および 12e に対してそれぞれ互いに逆位相

で与えられるようになっている。このような信号の入出力関係の中で、振幅制御回路 14, 90度移相回路 15 および反転増幅回路 16 により本発明の駆動回路 17 に相当する回路が構成されている。

#### 【0019】

ここで、振動体 12 が X 軸方向に振動するときの定常状態の発振動作について概略的に説明する。一般的に振動体 12 には固有振動数があり、この固有振動数に対応する共振周波数で振動体 12 を X 軸方向に駆動させ振動させることにより X 軸方向変位の最大振幅を得ることができる。このとき、最大振幅が得られる定常状態では、与えられる駆動電圧の振幅に対して振動変位は 90 度の位相ずれ（遅相）が伴う。

#### 【0020】

このような最大振幅を得ることができる共振周波数で振動体 12 を駆動する自励発振回路が構成される。アーム部 12a および 12b の内側に形成された駆動用電極 12e や外側に形成された駆動用電極 12e に対して互いに逆位相（180度）で駆動用の交流電圧が駆動回路 17 により与えられる。このとき、振動体 12 のアーム部 12a および 12b の内側が Z 軸方向に伸張するときには外側が Z 軸方向に短縮し、逆に、内側が Z 軸方向に短縮するときには外側が Z 軸方向に伸張する。これにより振動体 12 のアーム部 12a および 12b の先端側が X 軸方向に振動する。このとき、駆動用電極 12e の配設位置に対応するアーム部 12a および 12b の部位が Z 軸方向に伸張／短縮するときに応じて検知用電極 12d の配設位置の部位が Z 軸方向に伸張／短縮する。増幅回路 13 は、検知用電極 12d の配設位置の部位（アーム部の内側）が Z 軸方向に伸張／短縮するときの歪み信号を、圧電効果により検知用電極 12d に生じる電荷量の時間変化（電流）として検知して  $i/v$  変換増幅する。したがって、増幅回路 13 は、振動体 12 のアーム部 12a および 12b が X 軸方向に振動する変位に応じた信号として歪み信号を検知し、増幅する。

#### 【0021】

このとき検知された信号は、振幅制御回路 14 により振幅が一定に増幅制御され、90度移相回路 15 により上述した位相ずれが補正され、この電圧が再度駆

動用電極 12e に与えられる。このようにして駆動系として自励発振回路が構成されており、駆動回路 17 から振動体 12 に交流電圧が印加されるとアーム部 12a および 12b の配列方向である X 軸方向に所定の共振周波数で振動し、振動体 12 の X 軸方向に対する振動が維持される。

#### 【0022】

増幅回路 13 の出力は振動の検知信号として得られるが、この検知信号は調整回路 18 の入力端子 18a に与えられるようになっている。調整回路 18 は、初段の第 1 の調整回路 19 および 2 段目の第 2 の調整回路 20 からなり、検知信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整するために設けられている。調整回路 18 の初段には第 1 の調整回路 19 が構成されており、その電氣的構成から検知信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整し、この調整信号を 2 段目の第 2 の調整回路 20 に与えると共に、検知回路（第 2 の検知回路）21 にも調整信号を与えるようになっている。尚、後述するが、検知回路 21 は、振動体 12 の Y 軸方向の振動変位に応じた信号を検知するために設けられている。

#### 【0023】

第 1 の調整回路 19 は、オペアンプ 19a の非反転入力端子が GND に接続されると共に反転入力端子および出力端子に抵抗 19b が介在して接続され、増幅回路 13 の検知信号が抵抗 19c を介してオペアンプ 19a の反転入力端子に与えられるように構成されるとともに、調整用の 3 端子の可変抵抗器 19d の全抵抗分がオペアンプ 19a の出力端子および第 1 の調整回路 19 の検知信号の入力端子 18a に介在するように接続されている。この第 1 の調整回路 19 の出力信号は可変抵抗器 19d の抵抗値調整用端子から出力されるようになっている（図 1 参照）。したがって、可変抵抗器 19d の抵抗値調整用端子が外部から調整され抵抗値が調整されることにより、増幅回路 13 の検知信号の振幅を同位相（0 度）もしくは逆位相（180 度）に調整できるように構成されている。

#### 【0024】

第 1 の調整回路 19 の出力信号は、第 2 の調整回路 20 に与えられるようになっている。第 2 の調整回路 20 は、オペアンプ 20a、抵抗 20b および 20c が図示接続され第 1 の調整回路 19 の出力信号を例えば -1 倍に増幅する反転増

幅回路からなるものであり、この出力信号は第2の検知回路21に与えられる。

【0025】

この第2の検知回路21は、初段の $i/v$ 変換回路22aおよび22b、2段目の差動増幅回路23を有している。 $i/v$ 増幅回路22aは、オペアンプ22aの出力端子から反転入力端子に抵抗22abにより負帰還され、オペアンプ22aの非反転入力端子に第1の調整回路19の出力信号が比較基準信号として入力するように構成されている。また $i/v$ 増幅回路22aの反転入力端子は、アーム部12aの引出電極12gに直接接続されている。

【0026】

また、 $i/v$ 増幅回路22bは、オペアンプ22baの出力端子から反転入力端子に抵抗22bbにより負帰還され、オペアンプ22baの非反転入力端子に第2の調整回路20の出力信号が比較基準信号として入力するように構成されている。また $i/v$ 増幅回路22bの反転入力端子は、アーム部12bの引出電極12gに直接電氣的に接続されている。

【0027】

これらの $i/v$ 増幅回路22aおよび22bは、アーム部12aおよび12bにそれぞれ対応して設けられており、アーム部12aおよび12bの図示裏面側（後側）がY軸方向に伸張／短縮するときの歪み信号を、アーム部12aおよび12bの外側面に設けられた検知用電極12fに生じる電荷量の時間変化（電流）として検知して $i/v$ 変換増幅する。

【0028】

これらの $i/v$ 増幅回路22aおよび22bの後段には、差動増幅回路23が接続されている。尚、差動増幅回路23は、オペアンプ23aおよび抵抗23b～23eが図示接続されて、増幅回路22aおよび22bの出力信号を差動増幅するように構成されている。この差動増幅回路23の出力は同期検波回路24に与えられ、さらにフィルタ回路25およびDC増幅回路26を介して角速度信号として検出されるようになっている。

【0029】

同期検波回路24は、コリオリ力と同相信号成分（逆相信号成分）に位相同期

するように検波して検波信号を得る。この検波信号がフィルタ回路 25 によりフィルタ処理（ローパスフィルタ処理）がなされ DC 成分が得られる。DC 増幅回路 26 がこのときの DC 成分を増幅することにより、角速度信号が検出されるように構成されている。

#### 【0030】

上記構成の作用について図 2 をも参照しながら説明する。

図 2 (a) は、振動体を Z 軸方向から視したアーム部の先端部（上部）側の振動方向を概略的に示している。駆動回路 17 から駆動用電極 12e, 12e に駆動電圧が印加され、X 軸方向にアーム部 12a および 12b の先端部側が振動する。このとき、不要振動除去対策がなされていない場合には、従来の技術欄で説明したように、角速度  $\Omega$  が加わっていない状態であっても Y 軸方向にも不要振動が発生し、所望の振動方向（図 2 の実線部分）に対して斜め方向に振動する（図 2 の点線部分参照）。図 2 に示すように、各アーム部 12a および 12b の先端部側は、それぞれ、①-①位置（X 軸方向は内側-内側、Y 軸方向は互いに逆方向側）、②-②位置（X 軸方向は外側-外側、Y 軸方向は互いに逆方向側）に変位量の最大値を得るように位置して振動する。

#### 【0031】

このように、振動体 12 の機械的寸法精度の誤差等により発生する不要振動成分としては、Y 軸方向の振動が X 軸方向の変位と同位相もしくは逆位相で発生する。同位相で振動が発生するか逆位相で振動が発生するか（すなわち、図中右斜め方向に振動するか左斜め方向に振動するか）は、振動体 12 に生じる寸法誤差の個所により異なる。

#### 【0032】

この影響を除去するために、本実施形態では図 1 に示す調整回路 18 を採用している。このとき、検知用電極 12d に接続された増幅回路 13 は、検知用電極 12d に生じる電流を検知して  $i/v$  変換増幅する。そして、この増幅された信号電圧が第 1 の調整回路 19 により同位相もしくは逆位相に調整され、 $i/v$  増幅回路 22a のオペアンプ 22a の非反転入力端子に比較基準信号電圧として入力される。また他方では、増幅回路 13 により  $i/v$  変換増幅された信号電圧

が、第 1 および第 2 の調整回路 1 9, 2 0 により、オペアンプ 2 2 a a の非反転入力端子に入力される信号電圧とは逆位相の信号電圧に調整され、オペアンプ 2 2 b a の非反転入力端子に比較基準信号電圧として入力される。

#### 【0 0 3 3】

i / v 増幅回路 2 2 a および 2 2 b は、それぞれの検知用電極 1 2 f に生じる電流を検知して i / v 変換増幅する。ここで、オペアンプ 2 2 a a および 2 2 b a は負帰還抵抗 2 2 a b 及び 2 2 b b が接続されているため、オペアンプ動作（イマジナリショート）が働き、非反転入力端子と反転入力端子が同電位になるように動作するため、非反転入力端子に入力された比較基準信号電圧は等価的に反転入力端子にも印加される。

#### 【0 0 3 4】

上述したように Y 軸方向の不要振動成分の変位は、X 軸方向の振動成分の変位の位相と同位相もしくは逆位相になるため、引出電極 1 2 g から初段の増幅回路 2 2 a および 2 2 b に与えられる不要振動成分の信号電圧の位相も同様に、増幅回路 1 3 により検知され増幅された検知信号電圧の位相と同位相もしくは逆位相になる。したがって、図 2 に点線で示す不要振動成分が生じたとしても、作業者等が、増幅回路 2 2 a および 2 2 b の出力電圧をモニタしながら第 1 の調整回路 1 9 の可変抵抗器 1 9 d の抵抗値を調整することにより、増幅回路 1 3 の検知信号がオペアンプ 2 2 a a 及び 2 2 b a の非反転入力端子に同位相もしくは逆位相で調整入力されれば、上述したオペアンプ動作（イマジナリショート）により非反転入力端子に入力された比較基準信号電圧が反転入力端子に印加されることになり、不要振動成分の信号電圧が打ち消される。

#### 【0 0 3 5】

このように調整が行われた状態で Z 軸周りに角速度  $\Omega$  が与えられると、 $\Omega \times$ （X 軸方向の振動速度）に比例したコリオリ力が Y 軸方向に働く。ここで、X 軸方向の振動速度は、X 軸方向の変位の微分成分を表わしており、X 軸方向の変位に対して 9 0 度位相ずれした成分としてコリオリ力が働く。

#### 【0 0 3 6】

このとき、Y 軸方向にはアーム部 1 2 a および 1 2 b が互いに逆方向に振動す

るが、この振動量を差動増幅回路 23 で増幅することでコリオリ力成分信号を得ることができる。この後、同期検波回路 24 によりコリオリ力成分信号に同期して検波され、フィルタ回路 25 および DC 増幅回路 26 を通じて DC 電圧が出力される。

#### 【0037】

ここでもし仮に、オペアンプ 22 a a および 22 b a の非反転入力端子が調整回路 18 に接続されず、例えば GND に接続される場合を考慮すると、不要振動成分が上述したように打ち消されることなく、同期検波回路 24 に与えられる。すると、コリオリ力成分信号に対して 90 度位相がずれた成分信号が増幅されて同期検波回路 24 に与えられることになる。

#### 【0038】

同期検波回路 24 は、上述したように、コリオリ力と同相（もしくは逆相）信号成分に位相同期するように検波して信号を得ようになっているが、この場合、仮にわずかでも同期位相ずれが生じると、コリオリ力成分信号と 90 度位相ずれのある成分の変化量がフィルタ回路 25 のフィルタ出力、DC 増幅回路 26 の DC 増幅後も検出され、角速度信号を検出するときに問題となる。そこで、本実施形態では、上述説明したような回路構成により、コリオリ力成分信号と 90 度位相がずれた成分信号を低減することができるので、同期検波時の位相ずれにより生じる変化量が角速度信号に与える影響を極力低減することができる。

#### 【0039】

このような第 1 の実施形態によれば、駆動回路 17 が駆動する X 軸方向の振動体 12 のアーム部 12 a および 12 b の変位に応じた信号を増幅回路 13 により検知し、Y 軸方向に生じる振動変位に応じた信号を第 2 の検知回路 21 の増幅回路 22 a および 22 b により直接検知し、調整回路 18 は増幅回路 13 が検知した検知信号電圧を同位相もしくは逆位相に振幅を調整し、この調整信号が初段の増幅回路 22 a および 22 b におけるオペアンプ 22 a a および 22 b a の非反転入力端子に比較基準信号電圧として入力されるように構成されているため、この比較基準信号電圧がオペアンプ 22 a a および 22 b a のオペアンプ動作（イマジナリショート）により反転入力端子に印加されることになり、角速度  $\Omega$  が Z

軸周りに加わらなくても生じる不要振動成分の信号を打ち消すことができる。これにより、調整時に、別途掘削装置を用いて振動体 1 2 を削ったり吸引装置を用いてこの削りカスを吸引するという必要がなくなり、さらに振動体 1 2 に機械的ダメージが与えられることがなく再調整も可能であり、信頼性を向上することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

##### (第 2 の実施形態)

図 3 および図 4 は、第 2 の実施形態の説明図を示すもので、第 1 の実施形態と同一部分については同一符号を付してその説明を省略し、以下異なる部分について説明する。

本実施形態においては、コリオリ力成分信号と略同位相（もしくは逆位相）で発生する電氣的要因に基づく悪影響を回避するための回路を加えた形態を説明する。第 1 の実施形態で説明したように、振動体 1 2 の機械的寸法精度等により Y 軸方向に不要振動が生じるが、このときコリオリ力成分信号と 9 0 度位相のずれた成分信号電圧が発生するため、第 2 の検知回路 2 1 に調整回路 1 8 からの信号電圧を与えることによりこの影響を補正することで回避することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

しかしながら、駆動回路 1 7 から振動体 1 2 の駆動用電極 1 2 e に交流電圧が印加されることにより、主に Y 軸方向の変位を検知するための検知用電極 1 2 f と駆動用電極 1 2 e との間に振動体 1 2 の圧電体や空間等を通じて容量性のカップリングを生じ、角速度  $\Omega$  が Z 軸周りに加わらなくても、コリオリ力成分信号と同位相もしくは逆位相の不要信号が発生する。

#### 【 0 0 4 2 】

第 1 の実施形態では、駆動用電極 1 2 e を振動体 1 2 の下部に設け検知用電極 1 2 f を各アーム部 1 2 a および 1 2 b の上部に設けることにより両電極間に距離を設けて容量性カップリングによる悪影響を極力回避するように構成している。このとき、第 1 の実施形態で説明した不要振動成分に比較すると、この直交不要振動成分は量的に少なくなるが、このような場合でも、わずかながら直交不要振動成分が発生し全ての悪影響を取り除くことはできないため、このような電気

的要因に基づく悪影響をさらに低減する必要がある。尚、本実施形態の回路構成（図 3 参照）とすることにより、駆動用電極 1 2 e および検知用電極 1 2 f の配設位置関係にかかわらず、容量性カップリングの影響を極力取り除くことができる。

#### 【 0 0 4 3 】

このカップリングの影響は、図 4 に示すように、各アーム部 1 2 a および 1 2 b の先端部側が楕円軌道（右回りもしくは左回り）を描くように動く直交不要振動成分が現れることが発明者らの実験により確認されている（図中③-③、④-④、⑤-⑤、⑥-⑥位置が対応する）。尚、実際には、前述説明した各種機械的および電氣的悪影響が共に生じる状態では、図 2 に点線で示す直線振動軌道と図 4 に点線で示す楕円軌道とが重ね合わされた軌道を描く。

#### 【 0 0 4 4 】

この悪影響を回避するため図 3 に示すような回路を第 1 の実施形態の調整回路 1 8 の部位に代えて構成する。この回路の信号入出力関係を説明するに、調整回路 1 8 の入力端子 1 8 a には 9 0 度移相回路 3 0 が接続されており、増幅回路 1 3 の出力が与えられるようになっている。9 0 度移相回路 3 0 は、増幅回路 1 3 により増幅された信号電圧を 9 0 度移相し、後段に接続されるオフセット回路 3 1 に与えるようになっている。オフセット回路 3 1 は、初段の第 1 のオフセット回路 3 2 および 2 段目の第 2 のオフセット回路 3 3 から構成されている。第 1 のオフセット回路 3 2 は、オペアンプ 3 2 a、抵抗 3 2 b、3 2 c 及び可変抵抗器 3 2 d 等が図示接続されて構成されるもので、第 1 の調整回路 1 9 と同様の接続関係で構成されている（第 1 の実施形態の説明を参照。この接続関係の説明については省略する）。この第 1 のオフセット回路 3 2 は、可変抵抗器 3 3 d の抵抗値が外部から調整されることにより、9 0 度移相回路 3 0 で移相された信号電圧を同位相もしくは逆位相に振幅を調整し第 2 のオフセット回路 3 3 および加算回路 3 4 に与えるようになっている。また、第 2 のオフセット回路 3 3 は、オペアンプ 3 3 a、抵抗 3 3 b、3 3 c 等が図示接続されて構成されるもので、第 1 のオフセット回路 3 2 により振幅が調整された信号電圧を例えば -1 倍に反転して逆位相にして加算回路 3 5 に与えるようになっている。

## 【0045】

また、第1の実施形態においては、第1の調整回路19の出力信号電圧は直接オペアンプ22aの非反転入力端子に与えられるようになっていたが、これに代えて第2の実施形態では、この出力信号電圧は加算回路34を介して与えられるようになっている。さらに第1の実施形態においては、第2の調整回路20の出力信号電圧が直接オペアンプ22bの非反転入力端子に与えられるようになっていたが、これに代えて第2の実施形態では、この出力信号電圧は加算回路35を介して与えられるようになっている。加算回路34は、第1の調整回路19で調整された信号電圧に第1のオフセット回路32で調整された信号電圧を加算してオペアンプ22aの非反転入力端子に与える。また加算回路35は、第2の調整回路20で反転増幅された信号電圧に第2のオフセット回路33で反転増幅された信号電圧を加算してオペアンプ22bの非反転入力端子に与えるようになっている。

## 【0046】

この場合、前述したように、楕円軌道（右回り、左回り）を描く直交不要振動成分の変位は、X軸方向の振動成分の変位の位相と90度位相ずれが生じた変位となるため、この直交不要振動成分の信号電圧の位相も同様に増幅回路13により検知された検知信号電圧の位相に90度位相ずれが生じた位相になる。

## 【0047】

そこで作業者が、Z軸周りに角速度が与えられない状態で、増幅回路22aおよび22bの出力電圧をモニタしながら第1のオフセット回路32の可変抵抗器32dの抵抗値を外部から調整することにより、増幅回路13の検知信号電圧が90度位相ずれの生じた信号電圧に調整されて、加算回路34および35を介してオペアンプ22aおよび22bの非反転入力端子に対して比較基準信号電圧として印加入力される。したがって、第1の実施形態で説明した作用と略同様の作用により、前述の直交不要振動成分の信号電圧が打ち消されるようになる。

## 【0048】

尚、このように調整された信号が第2の検知回路21に入力されることにより、従来より後段に接続されるDC増幅回路26などでオフセット調整を実施して

いたが、これを不要にすることができる。

#### 【0 0 4 9】

このような第2の実施形態によれば、オフセット回路31は90度移相回路30により90度移相された信号電圧を可変抵抗器32dにより同位相もしくは逆位相に振幅を調整し、第2の検知回路21が、調整回路18により外部から調整された信号電圧にオフセット回路33により調整された信号電圧が加えられ、この加えられた信号電圧が第2の検知回路21のオペアンプ22aおよび22bの非反転入力端子に入力されるので、第1の実施形態の効果に加えて、電氣的要因に基づく悪影響をも極力低減することができる。

#### 【0 0 5 0】

(他の実施形態)

本発明は、上述実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下のような変形または拡張が可能である。

振動型角速度センサ11としては、車両が回転する角速度を検出するためのヨーレートセンサの他、横揺れ角速度を検出するためのロールレートセンサやピッチレートセンサにも適用できる。

第2の検知回路21として、2段の増幅回路22a, 22b, 23を有する実施形態を示したが、1または3以上の段数の増幅回路を有する構成であっても良い。

3端子の可変抵抗器19d, 32dにより調整が行われる実施形態を示したが、調整はトリマ抵抗を用いて手動で調整したり、薄膜抵抗により抵抗値を調整（トリミング）するように構成しても良い。要は第1の検知回路の検知信号が同位相もしくは逆位相に必要な応じて調整できれば何れの形態でも良い。また、予め調整値が把握されていれば、例えばタップ付きの固定抵抗器を3端子の可変抵抗器19d, 32dに代えて予め定められた調整値で調整された状態で設けてもよい。

振動体12の略全体が音叉形状のPZTセラミックス圧電体で形成された実施形態を示したが、これに限定されるものではなく、金属板にセラミックス圧電体を貼付したものにも適用することができる。

第1および第2の実施形態では、圧電方式の振動型角速度センサに適用した実施形態を示したが、例えば特開平5-248872号公報に示されるような静電容量方式の角速度センサにも適用することもできる。すなわち、第1および第2の実施形態における  $i/v$  変換増幅回路22a等に代えて、静電容量変化を電圧変化に変換する  $c/v$  変換増幅回路を第2の検知回路21の初段に設けて構成する。このとき、例えば櫛歯状に少なくとも一対のアーム部が配列されて駆動回路から交流電圧が印加されることに基づいて駆動軸方向に振動するときに当該一対のアーム部が振動する駆動軸方向に直交する検知軸方向に前記一対のアーム部に対して直角に少なくとも一対の検知用アーム部を設けて構成される。この場合、 $c/v$  変換増幅回路は、一対の検知用アーム部間に生じる静電容量の変化を、検知軸方向（検知用アーム部の振動方向）に生じる振動変位に応じた信号として検知する。尚、何れの構成要素も図示していない。

#### 【0051】

このとき、 $c/v$  変換増幅回路の入力に与えられる信号の比較基準信号として、例えば調整回路18や図3に示す回路の出力信号を入力するように構成することで、上述実施形態と同様に不要振動成分を打ち消すことができる。要は、駆動回路から振動体に交流信号を印加することに基づいて振動体を駆動軸方向に振動させ、当該駆動軸方向に直交する検知軸方向に生じる振動体の変位に応じた信号を検知することに基づいて角速度を検出するタイプのものであれば何れのタイプの角速度センサにも適用することができる。また、請求項2記載の発明についても、要は少なくとも一対のアーム部が対向配置されていれば何れのタイプの角速度センサにも適用することができる。

#### 【0052】

第2の実施形態では、90度移相回路30を設けて調整する実施形態を示したが、これは必要に応じて設ければ良い。すなわち、コリオリ力と同位相もしくは逆位相の信号であれば、この信号を利用して振幅をオフセット回路31により調整して比較基準信号電圧として加算回路34および35を介して第2の検知回路21に与えるように構成しても良い。尚、コリオリ力と同位相もしくは逆位相の不要信号は、駆動回路17から振動体12に印加する交流信号の容量性カップリ

ングにより発生するため、オフセット回路 3 1 を、駆動回路 1 7 から振動体 1 2 に印加する交流信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整するように構成することがより望ましい。この場合、印加交流電圧からの容量性カップリングによる影響をより最適に取り除くことができる。要は、90度移相された信号電圧が同位相もしくは逆位相に調整された信号が、初段の増幅回路の比較基準信号として入力されるように構成されていれば何れの形態であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態を示す電氣的構成図

【図 2】 不要振動成分の説明図

【図 3】 本発明の第 2 の実施形態の図 1 相当の一部分を示す図

【図 4】 直交不要振動成分の説明図

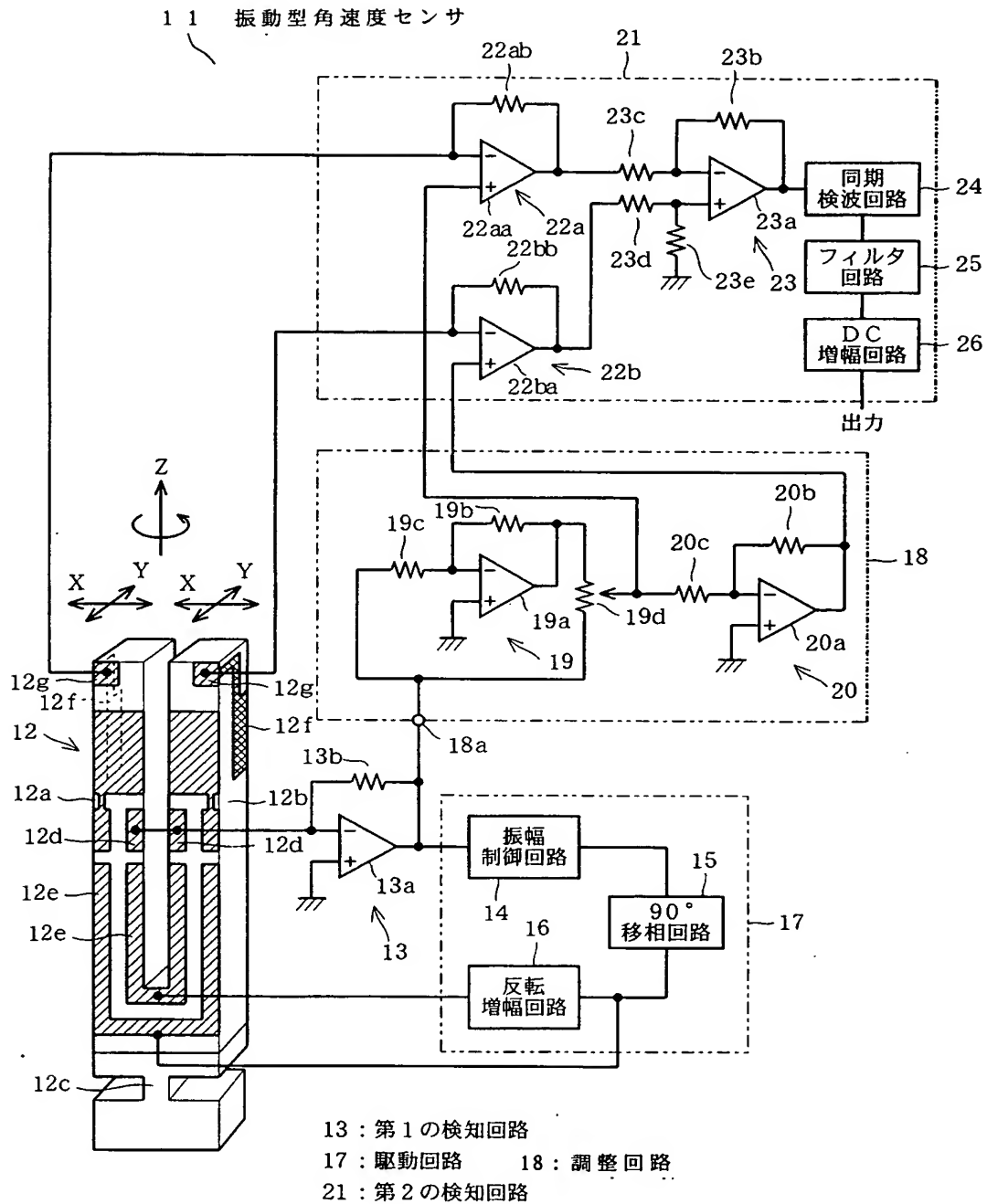
【図 5】 従来例の説明図

【符号の説明】

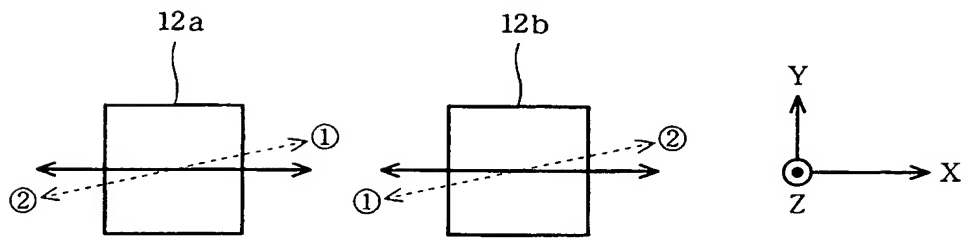
1 1 は振動型角速度センサ、1 2 は振動体、1 2 a, 1 2 b はアーム部、1 2 d は検知用電極、1 2 e は駆動用電極、1 2 f は検知用電極、1 2 g は引出電極、1 3 は増幅回路（第 1 の検知回路）、1 7 は駆動回路、1 8 は調整回路、2 1 は検知回路（第 2 の検知回路）、2 2 a, 2 2 b は初段の増幅回路、2 3 は差動増幅回路、3 1 はオフセット回路である。

【書類名】 図面

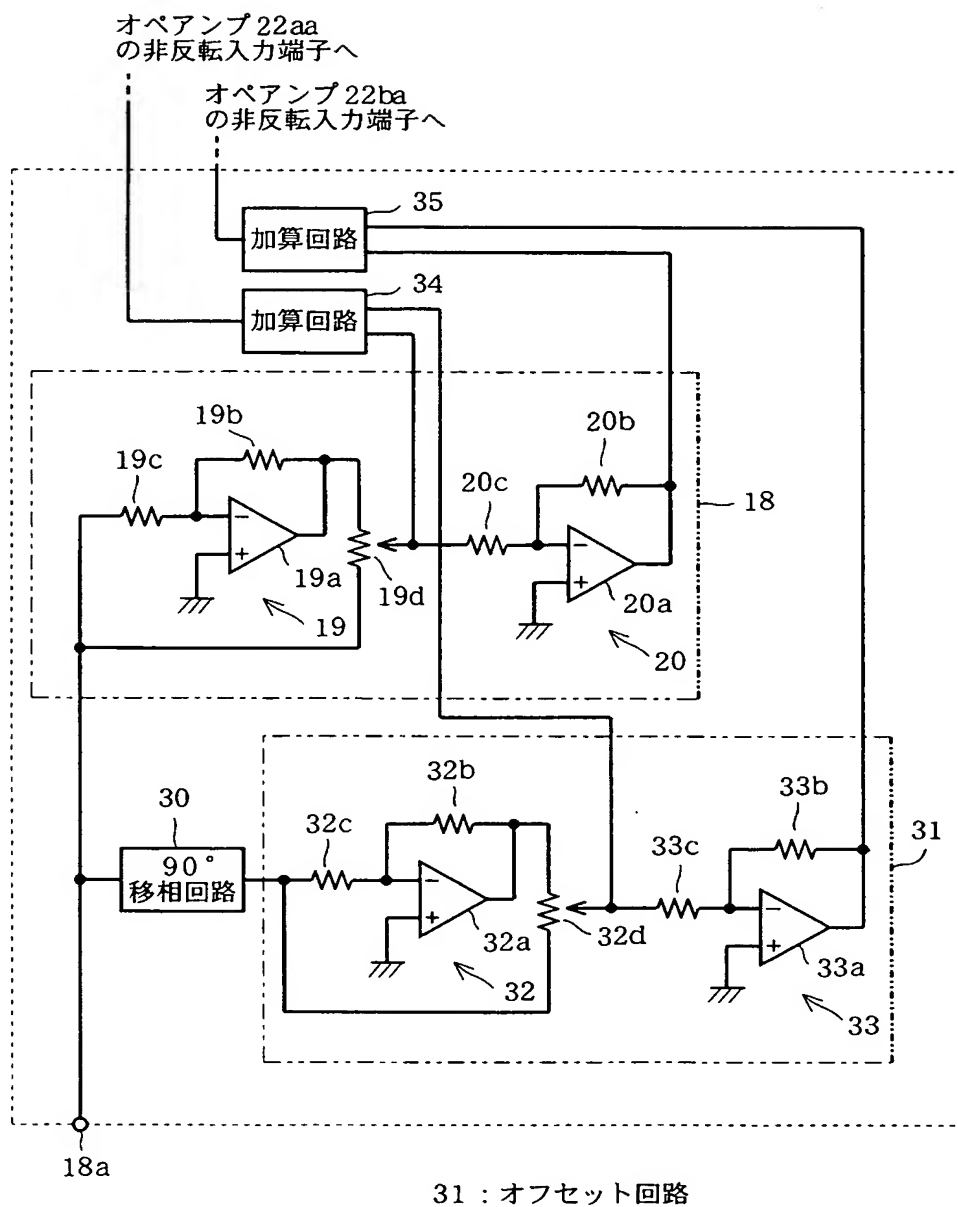
【図 1】



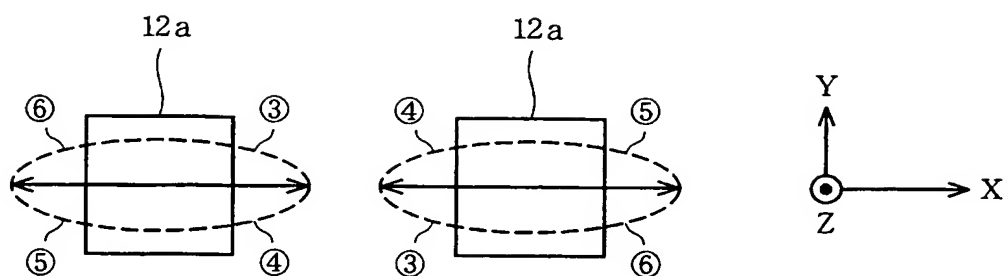
【図 2】



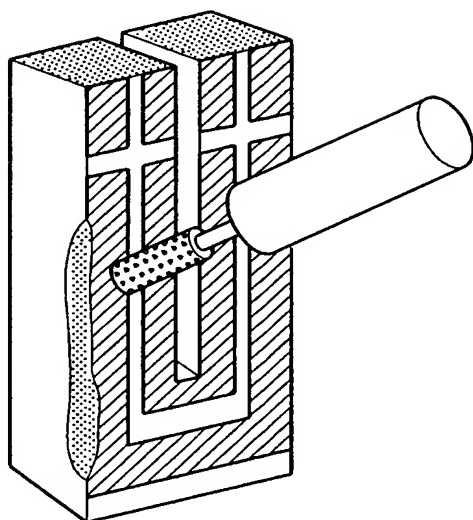
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 調整時に、別途掘削装置や吸引装置を必要とすることなく、さらに振動体に機械的ダメージを与えることなく、ゼロ点調整することができるようにする。

【解決手段】 増幅回路 1 3 が X 軸方向に振動するアーム部 1 2 a および 1 2 b の変位に応じた信号を検知して増幅する。そして調整回路 1 8 がこの検知信号を同位相もしくは逆位相に振幅を調整する。この調整された信号電圧が初段の増幅回路 2 2 a および 2 2 b のオペアンプ 2 2 a a および 2 2 b a の非反転入力端子に比較基準信号電圧として入力される。このとき、非反転入力端子に入力された比較基準信号電圧はオペアンプ 2 2 a a および 2 2 b a の動作（イマジナリショート）により反転入力端子に印加され、不要振動成分の信号を打ち消すように働く。これにより振動体の不要信号を調整することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 8 0 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー